



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

HENRIQUE BARBOSA DIAS

**PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO E QUALIDADE NOS PAINÉIS DE
VEDAÇÃO EM ALVENARIA CERÂMICA: ESTUDO DE CASO**

PALMAS, TO

2015



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

HENRIQUE BARBOSA DIAS

PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO E QUALIDADE NOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA CERÂMICA: ESTUDO DE CASO

Monografia apresentado como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), do Curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Dênis Cardoso Parente.

PALMAS, TO

2015



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

HENRIQUE BARBOSA DIAS

PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO E QUALIDADE NOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA CERÂMICA: ESTUDO DE CASO

Monografia apresentado como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), do Curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Dênis Cardoso Parente.

Aprovado em ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Professor Esp. Denis Cardoso Parente
Centro Universitário Luterano de Palmas

Professor M.Sc. Fabrício Bassani dos Santos
Centro Universitário Luterano de Palmas

Professor Esp. Miguel Angelo de Negri
Centro Universitário Luterano de Palmas

PALMAS, TO

2015

AGRADECIMENTO

A todos que contribuíram para realização deste trabalho, e em especial a professor Denis Cardoso Parente, pela orientação, pelo aprendizado e apoio em todos os momentos necessários.

Aos meus colegas de classe, pela rica troca de experiências.

Aos meus pais Celsio e Silvia que foram grandes responsáveis pela minha formação e apoiadores neste grande sonho que se realiza, sou muito grato em ter vocês como apoio nesta jornada que se finaliza, e agora mais apto para seguir sonhando cada vez mais.

A Iolanda companheira que me motivou a realização deste trabalho, obrigado pelas críticas construtivas.

RESUMO

A execução de painéis em alvenaria cerâmica deve ser executada com princípios de qualidade e desempenho desejado, assim a ABNT NBR 8545:1985 execução de alvenaria sem função estrutural, estabelece quais são os procedimentos e critérios para a devida execução da alvenaria. No comportamento do painel, os critérios de desempenho são observados, tendo em vista o seu aspecto funcional. Neste sentido o trabalho foi desenvolvido na perspectiva de apresentar as informações do estudo de caso e referencial bibliográfico, dos procedimentos de execução, observando as etapas, desde a seleção de materiais, execução da alvenaria (sua marcação, levantamento e arremates finais junto à estrutura), fazendo uma análise crítica quanto aos procedimentos observados.

Palavras-chaves: alvenaria; bloco cerâmico; construção civil.

ABSTRACT

Running panels in ceramic masonry must be executed with quality principles and desired performance, so the NBR 8545: 1985 masonry execution without structural function, establishes what are the procedures and criteria for the due performance of the masonry. In the panel behavior, performance criteria are observed, in view of its functional aspects. In this sense the work was done with a view to present the case study information and bibliographic references, implementing procedures, noting the steps, from the selection of materials, masonry running (your marking, lifting and end trimmings along the structure), making a critical analysis about the observed procedures.

Keywords: masonry; ceramic block; construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bloco cerâmico furado de vedação com furos na horizontal.	25
Figura 2: Empilhamento de blocos cerâmicos.	33
Figura 3: Chapisco com a utilização de desempenadeira dentada.	35
Figura 4: Escantilhão telescópico.	36
Figura 5: Marcação das paredes a partir dos eixos de referência.	37
Figura 6: Execução de alvenaria.	39
Figura 7: Juntas a prumo não recomendadas.	44
Figura 8: Juntas de amarração recomendado.	44
Figura 9: Ferro cabelo e tela metálica como elemento de ligação.	46
Figura 10: Vergas e contra vergas.	48
Figura 11: Delineamento da pesquisa.	53
Figura 12: Esquema execução painéis em alvenaria.	55
Figura 13: Estoque de cimento.	58
Figura 14: Armazenamento de cimento.	58
Figura 15: Agregado miúdo.	59
Figura 16: Armazenamento agregado miúdo.	59
Figura 17: Estocagem de tijolos.	60
Figura 18: Transporte de bloco cerâmico.	60
Figura 19: Confeção das vergas.	61
Figura 20: Vergas para vãos de alvenaria.	61
Figura 21: Mangueira, para verificação de nível.	62
Figura 22: Esquadro.	62
Figura 23: Marcação da primeira fiada.	63
Figura 24: Ajuste em painel inadequado.	63
Figura 25: Levantamento de painéis pelos cantos.	64
Figura 26: Levantamento painéis pela extremidade.	64
Figura 27: Junta a prumo.	65
Figura 28: Junta de amarração.	65
Figura 29: Junta de assentamento irregular.	65

Figura 30: Altura da junta de assentamento.....	65
Figura 31: Encontro de painéis.....	66
Figura 32: Parede não engastada.....	67
Figura 33: Encontro painéis.....	67
Figura 34: Não utilização ferro cabelo e chapisco no pilar.....	68
Figura 35: Falta de chapisco em pilares.....	68
Figura 36: Parede caída.....	68
Figura 37: Queda de painel.....	68
Figura 38: Tijolos defeituosos.....	69
Figura 39: Muitas unidades de tijolos quebrados.....	69
Figura 40: Alvenaria executada em das de chuva.....	70
Figura 41: Lixiviação da argamassa.....	70
Figura 42: Argamassa em betoneira.....	71
Figura 43: Falta de traço na argamassa.....	71
Figura 44: Verga errada.....	72
Figura 45: Verga executada errado.....	72
Figura 46: Painel sem a contra verga.....	72
Figura 47: Contra verga, dimensões baixas.....	72
Figura 48: Junta de encunhamento.....	73
Figura 49: Junta de fechamento.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Vantagem e desvantagem da alvenaria como material de vedação	21
Quadro 2: Alturas e distâncias máximas das paredes.	24
Quadro 3: Dimensões de fabricação de blocos de cerâmica de vedação.....	26
Quadro 4: Tipos de argamassa segundo as formas de fornecimento e preparo	29
Quadro 5: Recebimento do projeto de alvenaria de vedação	51



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE QUADROS.....	V
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO.....	15
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 LEVANTAMENTO DE PAINÉIS EM ALVENARIA CERÂMICA.....	17
2.1 HISTÓRIA.....	17
2.2 GENERALIDADES	18
2.3 DEFINIÇÃO DE ALVENARIA.....	18
2.4 FUNÇÃO DAS ALVENARIAS.....	20
2.5 CLASSIFICAÇÃO DAS ALVENARIAS	20
2.6 CARACTERÍSTICAS DOS PAINÉIS EM ALVENARIA.....	21
2.7 ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DAS PAREDES DE VEDAÇÃO.....	23
2.8 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	24
2.9 BLOCO CERÂMICO.....	24
2.10 ARGAMASSA.....	27
2.11 CONSTITUINTES DAS ARGAMASSAS	29
2.11.1 AREIA.....	29
2.11.2 CIMENTO	30

2.11.3	ÁGUA.....	31
2.12	ESTOCAGEM DOS MATERIAIS E COMPONENTES	32
2.12.1	BLOCO CERÂMICO	32
2.12.2	CIMENTO	33
2.12.3	AREIA.....	33
2.13	EXECUÇÃO DAS PAREDES	34
2.14	JUNTAS DE ASSENTAMENTO	40
2.15	LIGAÇÕES ENTRE PAREDES.....	43
2.16	INTERAÇÃO ALVENARIA ESTRUTURA.....	44
2.17	ENCUNHAMENTO.....	46
2.18	VERGAS E CONTRAVERGAS	47
2.19	PATOLOGIA DAS ALVENARIAS	48
2.20	RECEBIMENTO DO PROJETO DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO.....	50
3	METODOLOGIA	52
3.1	CARACTERIZAÇÕES DO EMPREENDIMENTO.....	52
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	52
3.3	DESCRIÇÃO DO ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	53
3.4	SELEÇÃO DAS ETAPAS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS	54
3.5	MÉTODO PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	55
3.5.1	ETAPA DE PROJETO E SELEÇÃO DE MATERIAIS	55
3.5.2	ETAPA DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
4.1	ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS	57
4.1.1	CIMENTO.....	57
4.1.2	AGREGADO MIÚDO.....	58
4.1.3	BLOCO CERÂMICO	59
4.1.4	CONFECÇÃO DAS VERGAS.....	60
4.2	EQUIPAMENTO E FERRAMENTAS.....	61
4.3	EXECUÇÃO DA ALVENARIA	62
4.3.1	POSICIONAMENTO DAS FIADAS.....	62
4.3.2	JUNTAS DE ASSENTAMENTO.....	64
4.3.3	LIGAÇÕES ENTRE PAINÉIS E PEÇAS ESTRUTURAIS.....	66
4.3.4	VÃOS DE ESQUADRIAS.....	71
4.3.5	ENCUNHAMENTO.....	72

5	CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

1 INTRODUÇÃO

Os painéis em alvenaria são componentes construtivos utilizados para fechamento dos ambientes, divisórias e suporte para cargas de utilização, sendo composto por tijolos cerâmicos, ligados por um componente que apresente rigidez e homogeneidade na ligação, garantindo a qualidade e durabilidade. No presente trabalho, as propriedades e características dos elementos deste sistema estão apresentadas, como classificação, normatização, aspectos relacionados a execução e controle tecnológico.

A execução dos painéis em alvenaria sem função estrutural deve ser executada de modo que apresente resultado satisfatório, assim a Norma Brasileira NBR 8545:1984 - Execução de Alvenaria sem Função Estrutural de Tijolo Cerâmico estabelece quais são os procedimentos e critérios para a devida execução. Este resultado está condicionado ao procedimento de construção, que são situações em que a alvenaria apresente o desempenho desejado, ou seja, são estados em que a alvenaria se encontra própria para o uso.

Quando os procedimentos não são executados corretamente, tornam o funcionamento da estrutura prejudicada, pois manifestam patologias e fissuras, que podem comprometer sua durabilidade.

A execução da alvenaria é realizada de acordo com métodos que a norma fundamenta, na aplicação de procedimentos construtivos que garantam a resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, estanqueidade e durabilidade. Assim esse método estabelece a segurança da estrutura e deve ser verificada de modo que a integridade da construção seja satisfatória.

São vários os tipos de manifestações patológicas encontradas nas alvenarias, dentre todas as fissuras são as mais frequentes, onde este fenômeno tem crescido, ocorrendo em paredes externas internas, originadas por falhas construtivas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Exibir uma discussão focada na qualidade, durabilidade e desempenho dos painéis de vedação em alvenaria cerâmica sem função estrutural, associada de forma não menos importante à redução das perdas na construção civil.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter bibliograficamente dados sobre o tema, como histórico, classificações e características;
- Apresentar as etapas de execução em painéis de alvenaria de vedação desde a locação até arremates e fechamento junto às estruturas;
- Confrontar dados obtidos no estudo de caso e dados literários;
- Analisar as possíveis patologias provenientes de falhas construtivas.

1.2 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A grande maioria das construções no Brasil é executada em alvenaria cerâmica, sendo largamente utilizada, melhor relação custo benefício dentre os materiais para vedação disponíveis, sendo de suma importância sua execução observando a sua qualidade de execução e desperdícios.

A presente pesquisa possibilita ter uma visão mais ampla e aprofundada sobre vedação vertical empregada nas construções, com finalidade de: Produtividade e racionalização; Redução de custos e desperdício, garantindo qualidade ao setor da construção civil.

Grande parte das manifestações patológicas que se manifestam em obras civis, de uma maneira geral, é oriunda de falhas durante alguma das fases, como detalhamento insipiente de projeto, inobservância das normas de execução e falta de manutenção. Pautado nessa justificativa este trabalho abordará sobre o processo construtivo em alvenaria cerâmica na obra Novitá Residence Service.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo é apresentado o teor deste trabalho demonstrando a necessidade e a importância da análise dos painéis em alvenaria cerâmica quanto ao procedimento de execução, enfatizando a qualidades dos painéis de alvenaria.

No segundo capítulo apresentasse os conceitos e as normativas que devem ser empregadas na execução de painéis. Marcação da primeira fiada, procedimento de levantamento, etapas com suas considerações, patologias provenientes das falhas na execução, fechamento junto à estrutura.

No terceiro capítulo apresentasse a metodologia empregada neste trabalho, que compreende desde o levantamento do referencial teórico quanto no desenvolvimento da análise dos dados obtidos no estudo de caso.

No quarto capítulo apresentam-se os resultados e discussões desde trabalho, assim como demonstrações dos procedimentos observados no estudo de caso.

2 LEVANTAMENTO DE PAINÉIS EM ALVENARIA CERÂMICA

2.1 HISTÓRIA

De acordo com Gomes (2008) o homem desde os tempos mais antigos tenta se proteger dos ataques de animais e das condições climáticas. Com o surgimento das primeiras civilizações, por volta de 9.000 (nove mil) a 7.000 (sete mil) antes de Cristo se iniciaram as novas construções, e a utilização das alvenarias começou a ser mais comum. Sendo o surgimento das primeiras civilizações em habitação deste modo em Israel, observadas desde 9.000 (nove mil) a 8.000 (oito mil) antes de cristo, com alvenarias de pedra sendo muito utilizado, este ligado por materiais de saibro e barro. Em seu inicio estas eram de formato circular sendo posteriormente passado a utilizar o formato retangular, sendo agora constituído em blocos de barro secos ao sol. Os materiais empregados nestas construções tinham a ver com o material disponível em cada região.

A alvenaria acompanhou a evolução da humanidade, com o aumento da tecnologia a sua leveza e resistência tem aumentado, e um menor custo, além de apresentar maior resistência ao tempo. Os materiais da alvenaria tem sofrido um desenvolvimento sendo os: blocos em concreto, cerâmica, sílico-calcáreo, concreto celular, etc., apresentando uma evolução na historia das alvenarias. Sendo composta por blocos e tijolos a alvenaria de vedação, tendo características próprias, sendo independentes, mas interagindo entre si (TRAMONTIN, 2005).

A sociedade cada vez mais exigente por aumento das tecnologias. Os primeiros métodos construtivos não apresentavam tecnologias adequadas para atingir o desempenho esperado, a falta de mão de obra qualificada é um fato muito observado na construção em todos os setores. Desenvolver novas tecnologias para melhorar a qualidade dos painéis e facilitar o processo executivo, são micoes delegadas as grandes construtoras, havendo a necessidade de investimento nos

setores que fazem a produção, aumentando a produtividade, e a competitividade da empresa no mercado (MACIEL et.al. 1998).

2.2 GENERALIDADES

Utilizados pelo homem desde 4.000 AC, os materiais cerâmicos destacam-se pela sua durabilidade e pela facilidade da sua fabricação, dada a abundância da matéria-prima que o origina, a argila.

Os blocos cerâmicos, ou tijolos, como são popularmente conhecidos, são um dos componentes básicos de qualquer construção de alvenaria, seja ela de vedação ou estrutural.

Os tijolos são produzidos a partir da argila, geralmente sob a forma de paralelepípedo, possuem coloração avermelhada e apresentam canais/furos ao longo de seu comprimento.

Os blocos de vedação são aqueles destinados à execução de paredes que suportarão o peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, lavatórios) e geralmente são utilizados com os furos na posição horizontal (TAGUCHI, 2010).

2.3 DEFINIÇÃO DE ALVENARIA

De acordo com Valle (2008) os painéis de alvenaria é uma associação de um conjunto de blocos cerâmicos (tijolos, blocos, pedras, etc.) e um elemento que faça a sua ligação formando assim um constituinte capaz de tornar o painel um elemento de vedação. Nos painéis mais antigos, os blocos cerâmicos eram reforçados com madeira para melhorar a sua rigidez.

Os blocos cerâmicos, confeccionados com material argiloso, mais ou menos homogeneia, normalmente na forma de um prisma reto, são cozidos, banho ao sol, os tijolos confeccionados em fornos são normalmente mais bem feitos dos que são feitos a exposição ao sol. Observado, a utilização de tijolos cerâmicos nos painéis de vedação apresenta melhor qualidade e planicidade do que as alvenarias de pedra.

O processo de levantamento dos painéis, tem que apresentar características funcionais mínimas de qualidade mediante observações empíricas, mediante o desnivelamento das juntas verticais causa uma maior rigidez para as tensões a compressão de dissiparem. Algumas alvenarias observasse que duraram séculos por serem de grande resistência. Apresentado grade facilidade de desmonte em casos de redistribuição dos ambientes ou manutenções necessárias.

Segundo Nascimento (2004) é denominada alvenarias de vedação as montagens de elementos destinados às separações de ambientes; e são consideradas apenas de vedação por trabalhar no fechamento de áreas sob estruturas, sendo necessários cuidados básicos para o sua estabilidade.

A alvenaria de vedação deve cumprir a alguns requisitos de funcionalidade garantindo aos usuários: segurança aos usuários e ocupantes, isolamento térmica, isolamento acústica, estanqueidade, segurança ao fogo, estabilidade, durabilidade, estética e economia (FRANCO, 1998).

Segundo Sabbatini (2003) os painéis em alvenaria representam cerca de 35% a 60% do custo total do edifício. Almeida (1998) diz que através de algumas racionalizações pode aumentar a produtividade e diminuição do aparecimento de patologias mediante praticas que ajuste os processos da execução dos painéis.

A produção no canteiro de obras depende das características da obra estejam no processo facilitando assim o entendimento e execução. A concepção do projeto estando bem definida, este pode conter a racionalização das etapas, por estarem bem definidas. Com a padronização dos processos executivos se pode ter uma maior produção, havendo uma equipe responsável por cada etapa, sendo utilizados todos os materiais que iram contribuir para a melhora do processo, com o planejamento das etapas fica mais fácil a execução das atividades, observações pertinentes as materiais e equipamentos são necessárias, o controle físico financeiro

da obra deve atender a demanda que não prejudique as etapas de execução (FRANCO, 1998).

2.4 FUNÇÃO DAS ALVENARIAS

Segundo a NBR 15575-4 (2013) os sistema de vedação vertical interno e externo da edificação habitacional, com ou sem função estrutural, sob ação de cargas devidas a peças de utilização não devem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos ou deslocamentos horizontais ao longo do tempo, lascamentos ou rupturas.

Nascimento (2004) diz que na construção civil a alvenaria de vedação vertical exerce um papel importante, apesar de não ter nenhuma função estrutural a não ser suportar seu peso próprio a principal função dos painéis em alvenaria é de estabelecer a separação entre ambientes, o sistema de vedação vertical deve atender aos vários requisitos funcionais relacionados as exigências dos usuários e frente as condições de exposição e que, em alguns aspectos, serão distintas para paredes externas e divisórias internas.

- Resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência a infiltrações de água pluviais;
- Base ou substrato para revestimentos em geral;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequar e dividir espaços.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DAS ALVENARIAS

As alvenarias necessitaram de uma classificação para uma melhor concepção dos recursos e dimensionamento do sistema, observando o sistema construtivo em

virtude dos vãos, o projeto deve apresentar uma classificação que o defina como este ira se comportar. A alvenaria de vedação apresenta a sua norma de execução a NBR 8545 e as alvenarias estruturais apresentam as suas de execução, conforme NBR 10837 “Cálculo de alvenaria estrutural de Blocos vazados de concreto” e NBR 8798 “Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos de concreto” ABNT.

As alvenarias de vedação não tem a função de suportar cargas estruturais somente às de utilização e seu peso próprio. As vezes, em alguns países e no Brasil observasse a utilização de alvenaria de vedação suportando cargas que deveriam ser da estrutura, mesmo ela não sendo dimensionada para tal, é observado que esta é submetida a carregamentos pela falta de controle tecnológico.

As alvenarias devem ser levantadas e observadas encontros dos painéis nas estruturas sendo estas podendo ser (pré-moldadas, aço, concreto armado, etc.) e levando em consideração cada sistema, de acordo com a estrutura de apoio é observado o sistema de levantamento de vedação.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Facilidade e baixo custo de produção dos componentes	Requer mão-de-obra especializada para sua execução
Total disponibilidade de matéria prima	Baixa produtividade
Não polui o meio ambiente quando descartado, é 100% reaproveitável	Necessidade de revestimentos para se ter uma textura lisa
Melhor relação custo-benefício dentre todos os materiais para vedação existentes	Elevada massa por unidade de superfície
Não existe material de construção mais econômico em todo o mundo, considerando-se os investimentos iniciais e de manutenção (por m ³ ou Kg)	Imagem de ser “anti-moderna”

Quadro 1: Vantagem e desvantagem da alvenaria como material de vedação.
Fonte: SABBATINI, 2005.

2.6 CARACTERÍSTICAS DOS PAINÉIS EM ALVENARIA

Segundo Silva (2004) das principais características que as alvenaria devem apresentar pode-se citar:

Resistência a impactos: Mediante ações previstas, é a capacidade de um painel em alvenaria suportar as cargas que lhe são submetidas, Sendo as cargas da estrutura, vento, deformações, choques, etc. sendo as principais causas que levam um painel resistir às ações mecânicas: dos tipos de matérias cerâmicos e seu tipo de ligante, junção dos elementos, altura do painel, engaste painéis na estrutura, entre outros.

Resistencia a umidade: os painéis devem impedir passagem da água para os meios internos, principalmente do meio ambiente decorrente das chuvas e excesso de umidade, no interior da obra. Esta proteção também se compreende para materiais no meio, materiais tanto gasosos ou sólidos mais que possam entrar no meio tal como areia, fuligem, poeira etc. As maiores observações quanto a problemas de umidade são em paredes externas de fachada, apresentando grande dificuldade no reparo sendo este oneroso. Fazendo alguns processos de manutenção pode reduzir o desgaste aplicando materiais impermeáveis, utilizando tanto o matérias cerâmico quando argamassas com aditivo impermeabilizante, e detalhes construtivos que melhorem o processo de escoamento da água como beirais, saliências, descontinuidades, entre outros.

Isolamento térmico: Mediante a insolação na estrutura este deverá resistir e dar um conforto aos usuários e ocupantes, excesso de umidade e ar da edificação, durante todo o ano. Para tal alguns fatores devem ser observados: tipo de revestimento, cor das pinturas aplicadas e a orientação das fachadas. Com base nestas informações determinam-se as espessuras das paredes e os materiais constituintes;

Isolamento acústico: Os painéis devem proporcionar um conforto aos ocupantes quando aos efeitos sonoros, em relação aos ruídos externos, internos, vibrações de máquinas, equipamentos, instalações hidráulicas embutidas, etc. Para o caso dos ruídos externos, é necessária atenção nas paredes de fachada, só que mais importante ainda é a especificação dos acabamentos e detalhes construtivos das esquadrias, sem os quais não haverá um bom isolamento do conjunto. Os problemas dos ruídos internos têm-se agravado nos últimos tempos devido à tendência de utilização de materiais mais leves que aliviam a estrutura e o custo das obras. Os painéis de gesso a cartonado (divisórias de gesso) são um bom exemplo

deste material. Este conjunto é composto de duas placas de gesso estruturadas com folhas de papelão, fixadas numa base metálica entre elas, para sua sustentação. Entre as duas placas devem ser adicionadas lã de vidro ou produto semelhante para fazer o isolamento, trazendo resultados semelhantes aos da alvenaria comum. No entanto, este material muitas vezes é abdicado por causa do seu custo.

Resistência e reação ao fogo: As paredes de alvenaria devem ter uma boa resistência ao fogo, pelo menos durante certo tempo, mantendo suas características de estanqueidade a chamas e gases nocivos. Deve-se considerar também a reação da alvenaria quando submetida ao fogo, para saber sua atuação na alimentação e propagação de um foco de incêndio e desenvolvimento de gases nocivos. Entretanto, devido a sua não combustibilidade, a segurança é determinada pela resistência ao fogo. Quando é necessária a utilização de alvenaria em locais de alta temperatura, como fornos e churrasqueiras, por exemplo, utilizam-se tijolos refratários, específicos para esta finalidade e que resistem a mais de 200° Celsius. Os componentes cerâmicos em geral têm melhor desempenho neste item que os de concreto.

2.7 ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DAS PAREDES DE VEDAÇÃO

Segundo Thomaz et al. (2009) os painéis de alvenaria de vedação podem receber carregamento referente a recalques, movimentação térmicas, flexão de lajes e vigas, sendo que o projeto devera considerar a capacidade de deformação compatível com as movimentações que a estrutura proporciona.

Mediante as deformações impostas deve-se garantir razoável nível de segurança, sendo de cargas laterais ou ações dos ventos e também das cargas de ocupação. Sendo a alvenaria limitada nas suas dimensões tanto quanto a altura quanto o comprimento.

Os contra ventos são as limitações que são impostas. Ao comprimento das paredes, observamos os pilares e paredes transversais, sendo requeridas as ligações de juntas de amarração, e na altura observasse as vigas e lajes.

Levando em consideração a largura do bloco cerâmico e sua localização no edifício, observando-se as tensões limites de tração de flexão, os valores do Quadro 2 não devem ser superados.

Largura do bloco (cm)	Paredes internas		Paredes de fachada	
	Altura máxima (cm)	Comprimento máximo (cm)	Altura máxima (cm)	Comprimento máximo (cm)
9	260	400	*	*
11,5	340	500	300	400
14	400	600	340	480
19	460	700	380	560

Quadro 2: Alturas e distâncias máximas das paredes.

Fonte: Thomaz et al., 2009.

2.8 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Os materiais e equipamentos utilizados na confecção dos painéis em alvenaria devem estar disponíveis para utilização no assentamento dos blocos, sendo os mais utilizados: colher de pedreiro, linha, esticador de linha, bsnaga, régua de alumínio, prumo, escantilhão, broxa, nível de bolha e nível de mangueira, esquadro, furadeira elétrica (THOMAZ et al., 2009).

Conforme Coelho (2009), como equipamentos auxiliares são utilizados andaimes, vigotas de madeira para garantir o alinhamento das paredes e caixotes para argamassa.

2.9 BLOCO CERÂMICO

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), os tijolos cerâmicos das alvenarias de vedação fazem parte do fechamento de ambientes internos e externos, não sendo sua função suportar cargas estruturais, somente seu peso próprio e cargas de utilização.

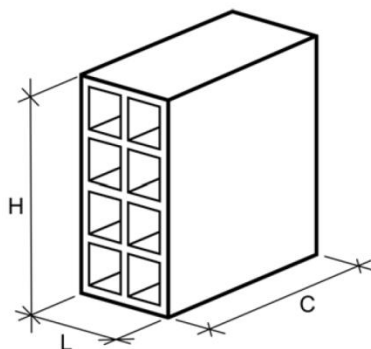


Figura 1: Bloco cerâmico furado de vedação com furos na horizontal.
Fonte: NBR 15270, 2005.

São definidos os tijolos cerâmicos como apresentando na forma de um prisma reto, possuindo furos prismáticos ou cilíndricos perpendiculares ao longo de sua face. Para que o tijolo cerâmico tenha boas características esta relação esta altamente ligada as características da argila utilizada sendo o processo de queima que trás as suas principais características (NBR15270-1:2005).

De acordo com a NBR 15270:2005, os painéis em alvenaria devem garantir algumas condicionantes, tais como:

Resistência à compressão: Os tijolos utilizados para assentamento das alvenarias na estrutura deverão apresentar uma resistência à compressão mínima de: 1,5 MPa sendo estes com os furos na horizontal, para tijolos que apresentem furos na vertical devendo apresentar resistência a compressão de 3,0 MPa

Aspecto visual: Os blocos ceramicos não podem apresentar defeitos sistemáticos de acordo com as normas, como quebras, superfícies irregulares ou deformações alterem a sua função de vedacao.

Quanto as características do bloco cerâmico, quanto a sua características físicas devem estar de acordo entre fornecedor e cliente (face lisa ou com ranhuras).

Absorção de água: mínimo 8% e máximo de 22%.

Desvio no esquadro: Máximo de 3mm.

Planície dos painéis: deformação máxima de 3mm.

As medidas de desvio no que representa o tamanho dos blocos cerâmicos é de ± 5 mm e aceitação das dimensões em relação ao ensaio de 24 blocos é de ± 3 mm, para cada dimensão considerada: largura, altura e comprimento.

Dimensões L X H X C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação (cm)			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	½ Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19

Quadro 3: Dimensões de fabricação de blocos de cerâmica de vedação.
Fonte: Thomaz, Et al (2009, pag. 10).

Quanto à solicitação a compressão dos blocos cerâmicos estes atendem as exigências de utilização, sendo o fator que mais representa os painéis de alvenaria é a sua resistência a compressão. No seu assentamento com juntas de amarração, a distribuição das cargas trás uma razoável rigidez dos painéis, fazendo assim a distribuição das tensões pelo painel. Sobre os vãos de portas e janelas as tensões são redistribuídas para as laterais. Havendo uma maior tensão nos vértices das portas e janelas, utilizando elementos pré-moldados fabricados in loco ou não

(cintas, vergas e contravergas), elimina possibilidades de rupturas e aparecimento de fissuras (RIPPER, 1995).

2.10 ARGAMASSA

De acordo com Gomes (2008) as argamassas podem ser classificadas segundo o tipo de ligante pelo qual são constituídas, ou ainda pela sua forma de fabricação, tipo de aplicação ou propriedades físicas. Designa-se por argamassa a mistura de um ou mais ligantes, areia e água.

Para além destes componentes essenciais, podem ainda ser adicionados produtos especiais, denominados aditivos, com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades à mistura.

A utilização dos ligantes (cimento, cal aérea, cal hidráulica) permite a união dos grãos das areias, funcionando como elementos ativos nas argamassas, sofrendo transformação química.

O uso de material inerte tem como objetivo diminuir a retração e tornar o material mais económico.

O ligante reage com a água endurecendo, de forma que a mistura adquira coesão e uma resistência tal, que lhe permite servir como material de construção.

Existem argamassas de cimento, de cimento misturado com cal, argamassas de cal aérea e de cal hidráulica e, por último, de gesso e polímeros.

Assim, a argamassa tem como principais funções:

- Ligar unidades de alvenaria;
- Absorver deformações;
- Uniformizar a transmissão de esforços, através da regularização do plano de assentamento;
- Tapar juntas.

As propriedades mais importantes das argamassas são:

- Resistências mecânicas (resistência à compressão, resistência à flexão, resistência ao desgaste, etc);
- Compacidade e impermeabilidade;
- Aderência;
- Variações de volume;
- Resistência química;
- Durabilidade.

Gomes (2008) fala que para que a mistura seja de boa qualidade é necessário que todos os grãos de agregado sejam completamente envolvidos pela pasta de cimento e água, e que a adesão entre areia e a pasta seja perfeita.

Em relação à sua classificação segundo as propriedades físicas, para desempenharem convenientemente as funções a que se destinam, as argamassas devem satisfazer exigências, que variam de acordo com a aplicação, no que respeita ao conjunto das suas propriedades.

A aderência, impermeabilidade, durabilidade e a constância de volume são, independentemente da sua aplicação, propriedades muito importantes para qualquer argamassa.

Já a resistência à compressão, é a principal propriedade das argamassas e, a um aumento da resistência à compressão, está associada uma melhoria das resistências mecânicas atrás referidas, da compacidade e da impermeabilidade, bem como da resistência química, apesar de uma diminuição da aderência.

Alguns estudos indicam que para uma mesma quantidade de água, a resistência à compressão aumenta com a dosagem de ligante, assim como quanto menor for a razão água/cimento, maior é a resistência à compressão da argamassa, isto em argamassas plásticas e compactas argamassas prontas ou dosadas, às quais basta apenas adicionar água para ficarem prontas a ser usadas e, argamassas preparadas em obra, caracterizadas por composições pouco variadas.

Tipo de Argamassa	Descrição e materiais constituintes
Preparada em obra	Medição e mistura em canteiros de obras de aglomerantes, areia e água, podendo conter aditivos ou adições para melhorias de suas propriedades.
Mistura semipronta para argamassa	Mistura de uma parte dos materiais constituintes da argamassa, com materiais medidos e homogeneamente misturados em fábrica ou canteiro de obras, e fornecida para um último processo de mistura com a adição dos demais materiais constituintes da argamassa no canteiro de obras imediatamente antes da sua aplicação.
Industrializada úmida	Mistura pronta para uso com proporções feitas em central, não necessitando de material adicional.
Industrializada seca	Mistura seca pronta, ensacada ou fornecida em silos, necessitando somente de água para preparo.

Quadro 4: Tipos de argamassa segundo as formas de fornecimento e preparo.
Fonte: Almeida, 2012.

2.11 CONSTITUINTES DAS ARGAMASSAS

2.11.1 AREIA

De acordo com Gomes (2008) em relação às areias usadas na constituição das argamassas, a sua classificação tem por base a sua dimensão.

Assim, se o diâmetro das suas partículas é inferior a 0,5mm, estas classificam-se em areias finas. Caso as partículas tenham dimensões compreendidas entre 0,5 e 2mm, classificam-se de médias e, por último, se as dimensões das partículas forem superiores a 2mm, definem-se como areias grossas.

Para verificar a qualidade de uma areia recorre-se a normas, cujos valores de garantia de bom comportamento das argamassas estão tabelados.

As areias para argamassas devem satisfazer certas exigências, tais como ser bem graduadas, os grãos devem ter uma forma arredondada, não devem conter impurezas ou material muito fino em excesso, uma vez que areias finas dão origem a argamassas de qualidade inferior, exigindo a utilização de grande quantidade de água de amassadura.

2.11.2 CIMENTO

Segundo a normalização NBR 13530 (2005) define-se cimento como sendo um ligante hidráulico, isto é, um material inorgânico finamente moído, que quando misturado com água, forma uma pasta que ganha presa e endurece por reações e processos de hidratação e que, depois de endurecida, conserva a sua estabilidade e capacidade resistente, mesmo debaixo de água.

Se este for devidamente misturado com água e agregados, pode-se obter um betão ou argamassa que, conserva trabalhabilidade adequada durante um período de tempo suficiente e que, a determinadas idades, atinge níveis de resistência especificados, apresentando sempre uma estabilidade volumétrica a longo prazo.

Os principais componentes do cimento Portland são silicato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), silicato bicálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), aluminato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) e aluminoferrato tetracálcico ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$).

A acrescentar a estes componentes principais do clínquer, existem outros em menor quantidade, mas não necessariamente de menor importância, como por exemplo, os óxidos de magnésio (MgO), de titânio (TiO_2), de manganésio (Mn_2O_3), de potássio (K_2O), e de sódio (Na_2O).

Estes componentes, apesar de se encontrarem no cimento em pequenas percentagens, podem ter uma noção nociva.

Assim, por exemplo, os óxidos de sódio e potássio, designados por álcalis, podem reagir com alguns agregados, ou seja, agregados contendo sílica reativa, silicatos ou carbonato, causando os produtos da reação a desintegração do concreto e afetando a presa e o ritmo de aumento de resistência do cimento.

Um outro exemplo, é o óxido de magnésio, que se combina pouco, podendo cristalizar ou permanecer em solução sólida na fase vítrea do clínquer arrefecido.

Quando o arrefecimento é lento, o óxido de magnésio, origina grandes cristais de periclase, que podem dar lugar a expansões, provocando danos no betão.

2.11.3 ÁGUA

De acordo com Coelho (2009) em relação à água usada na preparação da argamassa, deve desde já obedecer a duas características essenciais.

Uma é que esta não deve conter substâncias em suspensão ou dissolvidas, uma vez que estas podem alterar a presa do cimento.

Não se deve, portanto, usar águas da chuva e águas paradas, porque são ácidas, ou seja, ph inferior a 7, o que pode originar reações químicas indesejáveis, e contêm grandes quantidades de matéria orgânica, respectivamente.

Outro aspecto a ter em conta, é que a temperatura a que se encontra a água, para não haver uma alteração ao tempo de presa.

Em relação à quantidade de água usada na preparação da argamassa, deve ser suficiente para hidratar o cimento, devendo os seus valores estar aproximadamente entre 0,23 a 0,25 do peso do cimento e, molhar o agregado, ou seja, a areia para permitir a ligação com a pasta de cimento, caso contrário, se quantidade for inferior à ideal, a água que se perde por evaporação deixa poros, diminuindo dessa forma a resistência da argamassa.

Deve-se, portanto, adicionar o mínimo de água possível, mas que ao mesmo tempo assegure a aderência e a plasticidade da argamassa.

Enquanto que uma argamassa seca tem elevada resistência à compressão, mas normalmente pouca aderência, admitindo-se a sua utilização apenas quando fortemente comprimida, uma argamassa mole é pouco resistente mecanicamente.

Conclui-se desta forma, que é necessário encontrar um meio termo para a quantidade de água a utilizar, uma vez que para além do que vimos atrás, um excesso de água de amassadura também é prejudicial, porque aumenta a porosidade e a permeabilidade da argamassa, já que a evaporação da água em excesso, deixa vazios na argamassa.

Na prática, nomeadamente em obra, há muitas vezes a tendência de utilizar muita água, para tornar a mistura mais fácil de manusear e conservar a argamassa mais tempo no estado plástico, o que é errado, pelos motivos atrás referidos.

Observou-se também que quanto mais elevado é o conteúdo de cimento de uma argamassa, maior a sua resistência às ações ambientais e à humidade, e que quando o ambiente da obra é agressivo, devem ser utilizados cimentos Portland com pozolanas ou escórias, ou ainda mesmo outro tipo de cimento, como por exemplo o aluminoso.

2.12 ESTOCAGEM DOS MATERIAIS E COMPONENTES

2.12.1 BLOCO CERÂMICO

Komero (2003) diz que no estoque dos blocos cerâmicos devem ser empilhados de maneira que não seja maior que 1,80 metros de altura, devendo ser estocado em um local plano, sendo limpo e livre de materiais que se impregnem no bloco cerâmico, e sem umidade. Os tijolos não devem ficar em contato direto com o solo, devendo ser apoiados em um colchão de brita ou alguma estrutura que impeça o contato direto.

O material devera ser protegido da chuva, com utilização de cobertura impermeável, de forma que os tijolos não sejam utilizados com umidade excessiva. No empilhamento os tijolos deveram ser colocados sobrepostos aos inferiores, como demonstra na figura 2 a seguir.

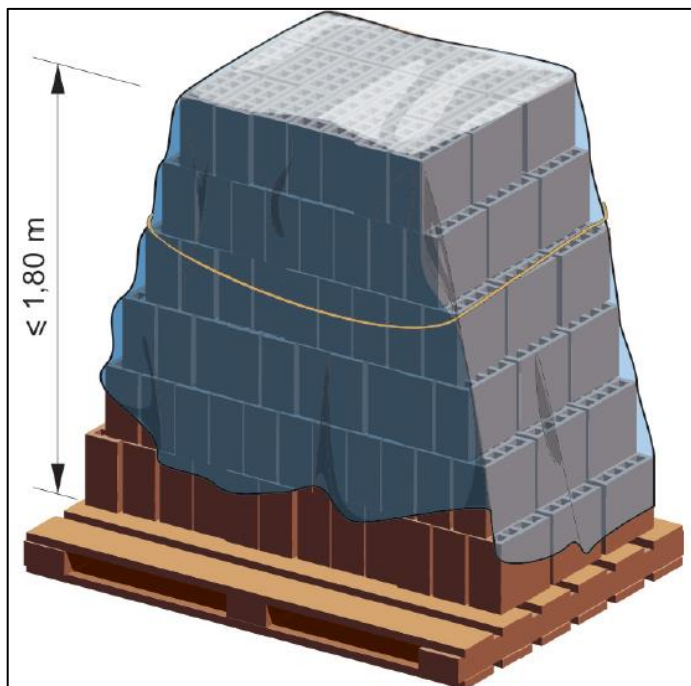


Figura 2: Empilhamento de blocos cerâmicos.
Fonte: Thomaz et al, 2009.

2.12.2 CIMENTO

Sendo fornecido em sacos, estes devem ser armazenados em locais apropriados, que protejam da umidade excessiva e das intempéries, não ficando próximo das paredes ou teto do local de armazenagem. Sendo recomendadas as pilhas não serem maiores que 15 sacos.

2.12.3 AREIA

O local de armazenamento deveria ser limpo, de fácil drenagem e que não contenha materiais que possam contaminar e afetar a qualidade da areia. Devendo ser contido lateralmente e coberto para proteção em dias de chuva, de forma que a areia não seja arrastada por enxurrada.

2.13 EXECUÇÃO DAS PAREDES

Para evitar desperdícios e retrabalho deve se padronizar a execução das alvenarias de vedação de modo a tornar mais eficiente o serviço em execução; ter em mãos os projetos de arquitetura, estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas complementam para que se tenha um produto final com melhor qualidade; é recomendado também que se utilizem os equipamentos adequados para conseguir maior produtividade da mão de obra e menos desperdícios dos materiais, sendo eles prumo, trena, aparelho de nível, régua de bolha para nível, bisnaga para aplicação da argamassa, caixas para armazenamento do material, cavaletes ou andaimes, escantilhão, carrinho para transporte e linha de nylon etc. Essas sugestões são para atender as recomendações exigidas de modo que evitem os problemas patológicos como as fissuras (TRAMONTIN, 2005).

Um dos procedimentos adotados para execução da alvenaria é a análise e o preparo da estrutura; é notável que a qualidade de uma estrutura possa influenciar as características finais da alvenaria de vedação, em que a regularidade geométrica do vão poderá influenciar no correto posicionamento da parede a ser construída, no nivelamento e até mesmo em sua superfície plana (TRAMONTIN, 2005). Complementa ainda que nas estruturas de concreto armado o excesso de reutilização de formas, em muitos casos, acaba não agradando com a sua qualidade final devido a má apresentação na planicidade, posicionamento e nivelamento; não é difícil encontrar pilares com desalinhamento, vigas fletidas e as vezes fora do plano dos pilares; o não controle da produção poderá acarretar estruturas mal feitas o que levará também a uma parede mal executada trazendo sérios problemas posteriormente.

Marinoski (2011) cita que deve ser respeitado alguns prazos mínimos para a execução da alvenaria que são:

- 45 dias após a concretagem do pavimento.
- Retirado de pelo menos 15 dias o escoramento total da laje do pavimento
- Retirado totalmente o escoramento do pavimento superior.

Nota ainda que após a liberação da estrutura deva existir um preparo da mesma, iniciando pela limpeza e posteriormente o chapisco no local que receberá a alvenaria como, vigas, lajes e pilares, respeitando um prazo mínimo de três dias antes, para que apresente uma melhor resistência de aderência na elevação da parede.

O chapisco tradicionalmente utilizado deve ser a proporção em volume de 1:4 de cimento e areia. Sendo essa forma não muito econômica, é proposto que se utilize um rolo de pintura texturizada passando duas ou três demãos para a aplicação do chapisco mantendo o mesmo traço convencional de 1:4, porém aditivada com PVA na proporção de uma parte de PVA e seis de água de amassamento (MARINOSKI, 2011).

Tramontin (2005) sugere também, que outra forma de se preparar a estrutura é utilizando a argamassa colante, que é aplicada com uma desempenadeira dentada. Ele relata que esse procedimento é mais um avanço no processo de racionalização e tecnológico, uma vez que os resultados esperados são satisfatórios, reduzindo desperdícios e aumentando a produtividade compensando assim o gasto mais elevado deste tipo de material, como mostrada na figura a seguir.

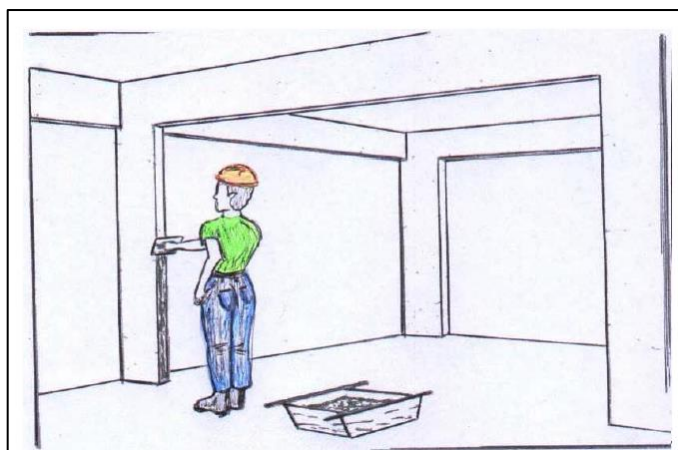


Figura 3: Chapisco com a utilização de desempenadeira dentada.
Fonte: Machado, 2011.

Marinoski (2011) diz que um dos procedimentos para a preparação da estrutura para receber a alvenaria são a execução das galgas, que nada mais são

do que a determinação da altura das fiadas; podendo tomar como referência os próprios pilares da estrutura com o auxílio de uma mangueira de nível.

Vale ressaltar que a galga não é um procedimento que auxilia totalmente na execução de uma alvenaria, uma vez que ela apenas faz o seu nivelamento não a deixando prumada, sendo que alguns casos os pilares que são tomados como referências não estão devidamente no prumo; outra possibilidade de se fazer a galga nos pilares, é executá-la afastados deles. Uma maneira comumente usada é com a utilização de caibros que deve estar localizado no vão que será construída a parede, podendo assim ser precisamente prumado, ou então uma alternativa que possibilite maior produtividade devido a sua facilidade de posicionamento e fazendo com que se mantenham as fiadas alinhadas niveladas e prumadas que é o escantilhão como mostrado na figura a seguir (TRAMONTIN, 2005).

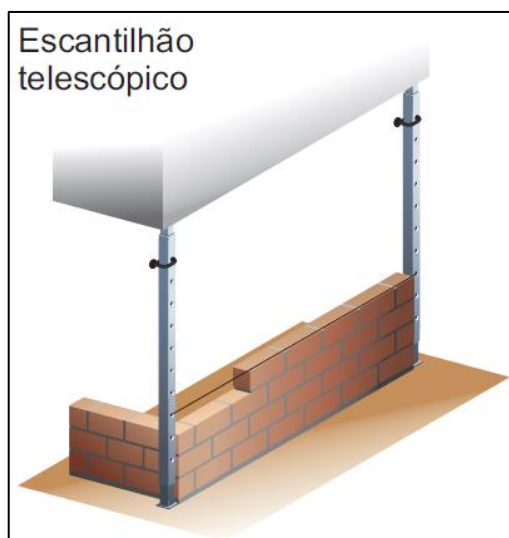


Figura 4: Escantilhão telescópico.
Fonte: Thomaz et al, 2009.

Outro procedimento importante na execução de alvenaria de vedação é a demarcação da primeira fiada que consiste na consulta em projetos tornando-se um ponto decisivo para que a parede seja executada com qualidade (TRAMONTIN, 2005). Ressalta ainda que a habilidade, motivação, leitura, interpretação de projetos e profissionalismo tem que ser as características básicas de quem executará este serviço; é recomendado que a mesma mão de obra execute todos os pavimentos

para que se aumente a produtividade devido aos efeitos repetitivos e a melhora na habilidade com os projetos mantendo assim a qualidade e a eficiência em todos os andares.

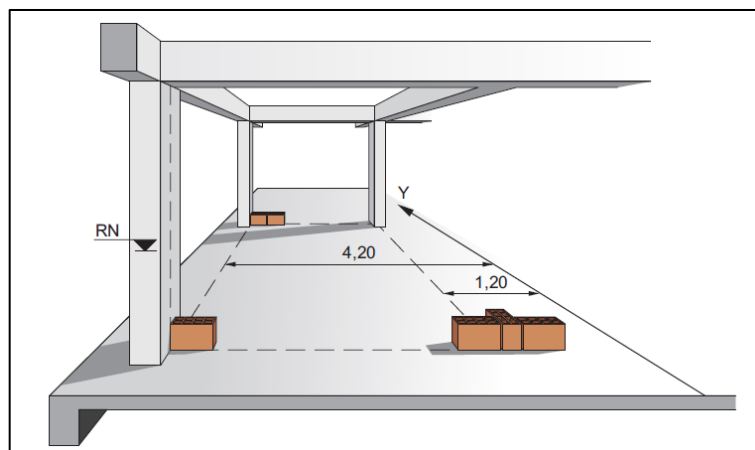


Figura 5: Marcação das paredes a partir dos eixos de referência.

Fonte: Thomaz et al, 2009.

Para Tramontin (2005) os procedimentos básicos são:

a) Para demarcar deve se utilizar argamassa apenas de cimento e areia e o próprio bloco para assentamento

b) Primeiramente são delimitados as faces da parede, a partir de eixos de referência, usando a soma das cotas, concretizando com posicionamento dos blocos de extremidade.

c) Antes da demarcação deverá ser conferido o nivelamento da laje utilizando mangueira de nível ou laser. Se constatado desníveis de até 2,0cm em relação ao projeto deverá haver uma correção; em casos de ressaltos deverá haver a sua completa remoção e em casos de pequenos buracos o preenchimento com argamassa um dia antes do assentamento dos blocos.

d) No início da demarcação da primeira fiada é necessário que se verifique a posição, ou seja, sua distribuição dos blocos ao longo do vão efetuando possíveis cortes.

e) Posteriormente deverá se começar pelo assentamento dos blocos de cantos, utilizando prumo nível e linha.

f) O nível entre os blocos de extremidade deverá permanecer o mesmo, permitindo assim a correta amarração entre paredes perpendiculares e a galga constante. É recomendando que a espessura da argamassa fique 1,0 cm.

g) As juntas verticais entre os blocos deverão ser preenchida a fim de garantir uma melhor resistência provenientes de impactos e melhor distribuição dos esforços na parede e estrutura.

h) Serão utilizadas duas linhas, quando o revestimento for em gesso liso ou massa de pequena espessura garantindo um melhor alinhamento e prumo dos blocos que serão executados na primeira fiada.

i) Depois de realizada toda a demarcação, esse deverá ser conferido por um profissional qualificado, com o intuito de evitar erros maiores e que venham a prejudicar etapas posteriores. Deve haver conferência de prumos, alinhamentos e esquadros conhecendo assim a qualidade da equipe na obra.

j) O alinhamento das faces da parede deverá ser conferido com o da viga e posicionamento dos pilares. Os deslocamentos máximos entre alvenaria interna e viga são de 5,0 mm e 10,0 mm para externas; o engenheiro da obra deve sempre ser requisitado para valores maiores que esse.

k) Vale ressaltar que uma alvenaria bem executada com uma boa demarcação evitando discordâncias entre alvenaria e estrutura pode resultar em uma economia considerável na execução dos revestimentos.

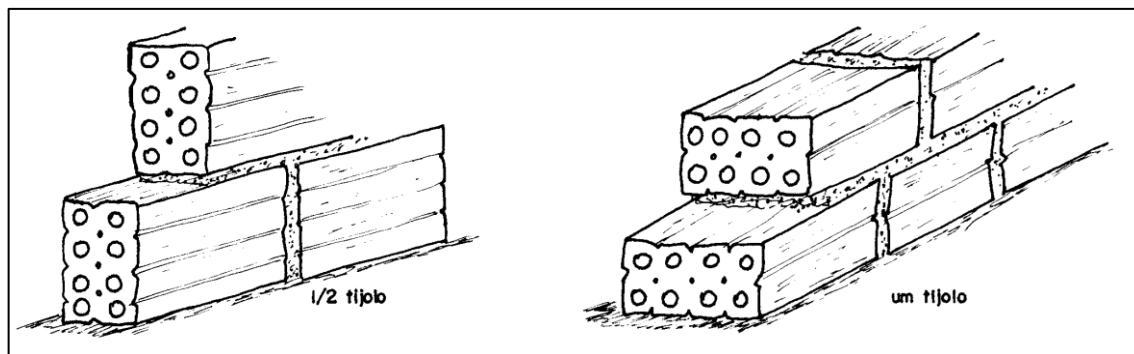


Figura 6: Execução de alvenaria.
Fonte: Milito, 2006.

Para Tramontin (2005) outro ponto que se deve destacar é a elevação da parede que deve ser iniciada após a sua demarcação e cumprir alguns prazos mínimos que são:

- As quatro lajes acima do pavimento, estarem concretadas.
- Duas lajes acima do pavimento devem estar retiradas totalmente os escoramentos.

Como já dito, para Tramontin (2005) ter uma alvenaria de qualidade (prumo e planicidade) e conseguir revestimentos de pequena espessura é necessário que se tenha uma boa qualidade da mão de obra e que seja feito conferências diárias na obra por profissional qualificado. Vamos apresentar aqui modelos para que se aplique nos canteiros de obras buscando atender exigência pela qualidade da execução da alvenaria. A seguir serão mostradas algumas etapas:

a) Recomenda-se que em edifícios de múltiplos pavimentos, a elevação da alvenaria se tenha um modelo como referência, normalmente na primeira laje. Dessa maneira é possível solucionar as dificuldades encontradas e melhorar o método de execução transferindo assim aos demais pavimentos.

b) A junção da alvenaria com as vigas e lajes só poderão ocorrer depois de concluída à parede com a utilização de argamassa expansiva e em toda sua extensão, nos vãos deixados entre a estrutura e a alvenaria.

c) Na união das alvenarias com os pilares, ou seja, nos cantos da parede os blocos deverão ser assentados com a junta vertical totalmente preenchida.

d) Os blocos que serão utilizados na ligação alvenaria x pilar deverão já estar com a argamassa assentada em sua face, de modo que na hora da colocação se pressione o mesmo fortemente contra ao pilar. Não se devem preencher as juntas após seu assentamento, pois são criados pontos frágeis na ligação que poderão levar a fissuração entre eles.

e) Para conseguir uma maior estabilidade da alvenaria de vedação, ela deve ser executada em no máximo oito fiadas (aproximadamente 1,60 metros de altura), preferencialmente quatro fiadas por período de trabalho (manhã e tarde) dando melhores resultados posteriormente que se fosse executada em uma única etapa.

f) As vergas e contra-vergas moldadas ou não in loco devem ser acompanhadas simultaneamente junto com a elevação da alvenaria.

g) Segue abaixo algumas tolerâncias que devem ser observadas no decorrer da execução das paredes:

- Prumo das paredes: 5,0 mm a cada 2,0 metros
- Planicidade da parede: 5,0mm de fecho no centro da régua de 2,0 metros.
- Nivelamento das fiadas: 10,0 mm a cada 2,0 metros

2.14 JUNTAS DE ASSENTAMENTO

Segundo Gomes (2008) as juntas de assentamento são um ponto sensível das paredes de alvenaria, já que constituem um problema ao nível das pontes térmicas e da acústica.

Para diminuir este impacto negativo no desempenho geral dos panos, propõem:

- Utilização de argamassas de assentamento mais isolantes;

- Redução do número de juntas, através do aumento das dimensões faciais dos elementos, diminuindo assim a proporção da área de juntas relativamente à área ocupada pelos elementos;
- Diminuição do peso das juntas verticais através da redução da sua espessura, por eliminação do preenchimento das juntas verticais e, no limite, pela eliminação do preenchimento das juntas horizontais;
- Recurso a descontinuidades nas juntas de assentamento de forma a reduzir as pontes térmicas.

Num ponto de vista mecânico também as juntas são um ponto fraco das alvenarias, na medida em que o seu aumento de espessura prejudica a sua resistência final.

Outros há que defendem que o preenchimento das juntas verticais é de certa forma vantajosa, contudo tem um papel pouco significativo no que ao aumento da resistência das paredes à compressão diz respeito.

A verdade é que a utilização de argamassa nas juntas quer vertical quer horizontal, dá uma rigidez ao conjunto, uma vez que a argamassa endurecendo solidariza os elementos do pano e permite uma transmissão de esforços uniforme, evitando desta forma possíveis fissuras nas unidades de alvenaria.

Para, além disto, a utilização de juntas argamassadas permite a atenuação dos pontos duros de contato entre as superfícies dos elementos numa parede de alvenaria, e durante a sua execução vai permitir a correção da verticalidade e horizontalidade do pano.

Apesar disto, para que a utilização de juntas de argamassa seja benéfica, há que ter em conta determinadas exigências, tais como uma espessura adequada, sua correta execução em obra, características físicas e químicas da argamassa e dos seus constituintes adequadas.

O assunto do preenchimento ou não das juntas verticais tem sido alvo de grande polémica no seio da comunidade científica da construção.

Os argumentos usados para o não preenchimento são de ordem económica e da dificuldade de execução das juntas verticais.

Contudo, ninguém defende que em paredes sujeitas a solicitações horizontais e com cargas excêntricas aplicadas as juntas verticais sejam secas, uma vez que o seu preenchimento vai permitir uma melhor resistência ao corte.

Conclui-se portanto que o seu preenchimento, apesar de ter uma contribuição reduzida para o aumento da resistência da parede à compressão, é vantajoso

Hoje em dia, já é frequente o uso de unidades de alvenaria com ranhuras salientes, que vão permitir um encaixe quase perfeito entre unidades de alvenaria, eliminando pontes térmicas e fazendo um isolamento repartido.

Esta supressão de argamassa nas juntas tem apenas a ver com questões de economia e produtividade, como já foi atrás apontado.

Há autores que defendem que o aumento da resistência das argamassas e uma redução da espessura das juntas têm efeitos benéficos para a resistência final da alvenaria.

A existência de descontinuidades são importantes em termos de estanqueidade à água da chuva, porque funcionam como cortes de capilaridade, dificultando o percurso da água para o interior do pano.

O preenchimento ou não das juntas de assentamento com argamassa e os seus reflexos na estanqueidade à água das chuvas das paredes é um assunto controverso.

Com efeito, segundo uma campanha de ensaios realizada em França na década de 60, a existência de juntas argamassadas comparativamente à adopção de juntas secas, reduz o risco de penetração da água, revelando melhor comportamento as juntas objecto de um acabamento mais cuidado.

Por outro lado, a utilização de argamassas menos permeáveis parece melhorar o comportamento da parede sob este ponto de vista, bem como a utilização de juntas de assentamento descontínuas.

No entanto, os desenvolvimentos associados à melhoria do comportamento térmico e sobretudo as preocupações com a obtenção de ganhos de produtividade

no assentamento de alvenarias levaram em muitos casos á adopção de juntas verticais secas e à substituição das argamassas correntes por argamassa-cola nas juntas horizontais.

A qualidade de execução da parede é também um fator importante pois, além de outros aspectos, um preenchimento incorreto ou insuficiente das juntas pode facilitar a penetração da água.

2.15 LIGAÇÕES ENTRE PAREDES

As juntas de amarração sempre devem ser observadas no encontro entre painéis seja “L”, “T” ou cruz, sendo utilizado o bloco cerâmico com as medidas adequadas para as ligações ficarem mais rígidas.

Ao optar-se por juntas a prumo no encontro dos painéis, devera ser tomar algumas precauções: a rigidez dos apoios devera ser maior, utilização de telas metálicas ou barras de ferro nas juntas de assentamento, no revestimento inserir telas, aplicação de argamassa nas juntas verticais e horizontais, etc. sendo estas juntas sempre executadas em paredes internas da edificação, não sendo recomendada a utilização de juntas aparentes nas paredes externas ou fachadas.

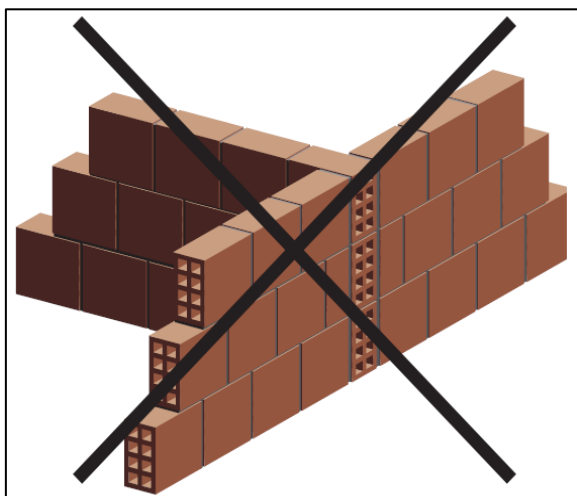


Figura 7: Juntas a prumo não recomendadas.
Fonte: Thomaz et al., 2009.

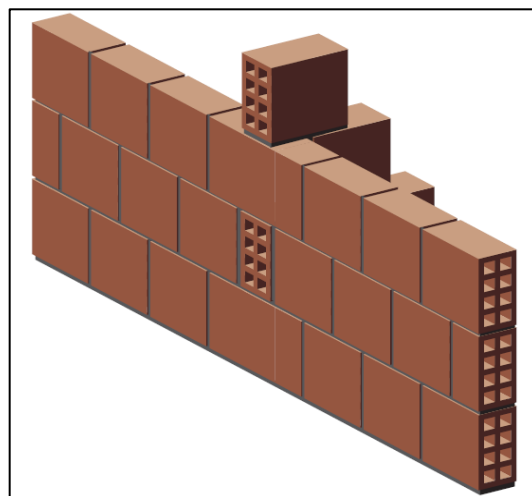


Figura 8: Juntas de amarração recomendado.
Fonte: Thomaz et al., 2009.

2.16 INTERAÇÃO ALVENARIA ESTRUTURA

Em edificações reticuladas de concreto armado e alvenaria como vedação, ocorre uma interação desses componentes. Segundo Sabbatini (2005) a interação entre a alvenaria e a estrutura resulta em:

Deslocamentos e deformações dos elementos estruturais, como por exemplo, a flexão de vigas e lajes, passa a ser restringidos pela alvenaria;

A alvenaria absorve parte das movimentações impostas pela estrutura e fica sobtensão;

Como as alvenarias de vedação possuem elevada rigidez, elas passam a trabalhar como painéis de contra ventamento dos pórticos estruturais.

A estrutura contra ventada pelas paredes de alvenaria apresenta menores deslocamentos globais quando nela atuam esforços horizontais, porém, com isso, as vedações estarão submetidas a maiores solicitações;

Em longo prazo, serão possíveis as seguintes situações:

A parede de alvenaria não resiste às tensões e com isso há ocorrência de fissuras, trincas, esmagamentos na alvenaria ou até mesmo o colapso da parede;

A parede de vedação absorve as deformações e resiste às tensões atuantes e com isso, não ocorrem rupturas visíveis;

A parede de alvenaria resiste às tensões, mas a ligação entre a alvenaria e a estrutura não resiste, nesse caso surgem fissuras nessa interface.

Na utilização do ferro-cabelo devesse galgar as fiadas da elevação na face dos pilares e marcar as posições indicadas no projeto para fixação dos ferros-cabelo que, em geral, são posicionados de duas em duas fiadas, a partir da 2ª fiada. Os ferros-cabelo podem ser montados com barras de aço CA25, com 5 mm, deve-se furar previamente o pilar com furadeira elétrica e broca de 6 mm.

Medeiros e Franco (1999) compararam o uso da tela metálica como elemento de ligação com ferro-cabelo, mostrando as vantagens quanto ao desempenho e quanto ao uso como reforço e como ligação entre a alvenaria de vedação e os pilares de concreto armado.

TELA METÁLICA ELETROSOLDADA	“FERRO-CABELO”
Se já estiver cortada nos tamanhos certos, a tela será rapidamente fixada	Requer corte, dobra e chumbamento no concreto, de colocação difícil
Possibilidade de ajustes em diferentes situações	Dificuldade de ajustes em diferentes situações
Evita o surgimento das primeiras fissuras na interface pilar-alvenaria	Ineficiência do ferro cabelo reto, e bom desempenho do ferro cabelo dobrado, porém dificuldade de execução
Menor influência da mão-de-obra	Grande influência da mão-de-obra no chumbamento e posicionamento do fio na junta de argamassa
Capacidade de redistribuição das tensões	Potencial de concentração de tensões e conseqüente ruptura brusca
Arame protegido contra a corrosão (aumenta a vida útil)	Sujeito à corrosão rápida se exposta à umidade ou a algum revestimento de gesso
Uso imediato após a colocação	Necessidade de espera da cura completa do adesivo usado
A dobra ocorre somente no momento da colocação da tela na junta	A posição final ocorre desde o chumbamento ou fixação, perturbando o andamento da execução da parede e de outros serviços

Figura 9: Ferro cabelo e tela metálica como elemento de ligação.
Fonte: Medeiros e Franco, 1999.

2.17 ENCUNHAMENTO

O aperto da alvenaria tem por objetivo prendê-la à estrutura de maneira que não venha a ter sua estabilidade comprometida nem o seu desempenho prejudicado quando solicitada pelas ações previstas em projeto. E também durante a cura da argamassa ocorre pequena redução do volume (REIS, SERAFIM, 2010).

Então ao chegar próximo a laje de forro (de 1,5 a 3,5 cm de espessura) interrompesse a alvenaria para posteriormente se fazer o chamado “aperto” da alvenaria com argamassa expansiva, ou se a altura restante possibilitar a colocação de tijolos maciços ou furados encunhados (inclinados em relação ao eixo vertical) rejuntadas com argamassa.

Recomenda-se esperar 07 dias entre o término da alvenaria da parede e seu aperto. A condição ideal é que a estrutura e a elevação da alvenaria estejam completamente concluídas no edifício, ou pelo menos 2 a 3 andares acima do pavimento em questão estejam com a estrutura pronta e a alvenaria com o maior número possível de pavimentos prontos.

E na alvenaria do último pavimento deve-se executar o aperto após a execução do telhado ou da isolamento térmica da laje de cobertura.

Em paredes internas, a argamassa do aperto deve garantir o total preenchimento da largura do bloco e em paredes externas, preencher dois terços da largura do bloco pelo lado interno da parede e o espaço restante pelo lado externo, durante o chapisco da fachada.

2.18 VERGAS E CONTRAVERGAS

Para Vincenzo (2006, p.59) as vergas “são componentes externos aos vãos, incorporados à alvenaria para a distribuição das tensões que tendem a se concentrar nos vértices das aberturas de janelas e portas [...]”. Sahade (2005) relata ainda que as cargas verticais, atuando em topos de paredes, uniformemente distribuídas podem triplicar ou até quadruplicar as tensões em vértices superiores e a duplicar em vértices inferiores. Ripper (1984, p.36) cita que “Além das vergas normais, na parte superior das aberturas sugere-se a execução, também na parte inferior, de uma verga de concreto com uma pequena armadura, ultrapassando o vão 30 cm a 40 cm para cada lado [...]”, lembra ainda que estas contra vergas se torna importante, pois estes cantos inferiores nas aberturas são pontos de fragilidade na alvenaria, evitando o aparecimento de fissuras devido as pequenas movimentações da parede.

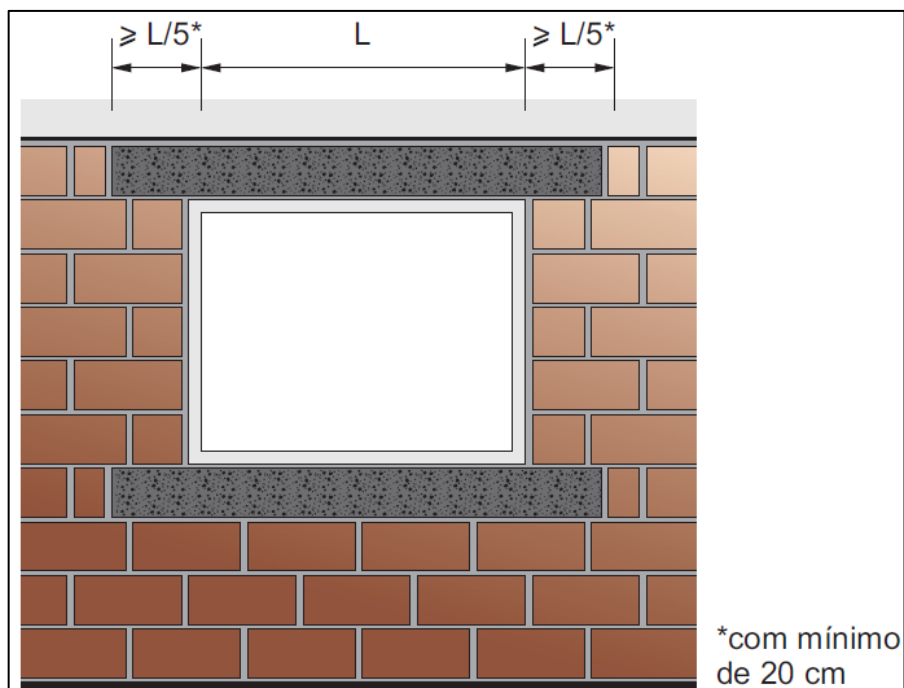


Figura 10: Vergas e contra vergas.
Fonte: Thomaz et al., 2009.

2.19 PATOLOGIA DAS ALVENARIAS

Segundo Nascimento (2004) na engenharia observasse manifestações patológicas ao longo da história. As patologias são muito observadas por causar incomodo e duvida quanto à segurança da edificação, a não observação de alguns sinais de indicam a manifestação patológica pode acarretar na perda da estanqueidade e degradação ao longo do tempo.

De acordo com as origens das fissuras podem-se classificar estas em quatro categorias:

- Internas: mediante as temperaturas térmicas e a umidade, pode ocorrer a retração dos materiais com aparecimento de fissuras.
- Externas: ocorrem principalmente de movimentos externos (pancadas, cargas de utilização, recebimento de cargas estruturais). As fissuras podem estar em movimentação ou inertes, conforme o seguinte:

- Ativas: são observadas em painéis de alvenaria, onde estas estão em movimentação, podendo ora expandir ora retrair (movimentações térmicas, movimento vibratório, tráfego de veículos, etc.).
- passivas: acontecem para descanso das cargas que estão sobre a alvenaria de vedação.

A alvenaria mediante os mecanismos de iniciação e desenvolvimento das fissuras pode ser considerada duas propriedades: a deformabilidade e reação mecânica.

Pode-se definir que, a capacidade de resistência do bloco, esta altamente ligada ao aparecimento de patologias, pois quanto menor a resistência deste o aparecimento das patologias é mais frequente e acentuado.

De acordo com Franco (2008) a ocorrência de fissuras de causa externa aumentou muito, principalmente nas estruturas de concreto armado, em função da menor rigidez observada nas estruturas atuais, quando comparadas com as estruturas do passado.

Módulo de deformação da alvenaria: quanto maior é o módulo de deformação da alvenaria, menor será a capacidade de acomodar movimentações sem fissurar. O módulo de deformação da alvenaria está associado ao módulo de deformação dos blocos e da argamassa de assentamento.

Resistência de aderência entre as juntas de argamassa e os componentes de alvenaria: essa resistência é responsável pela transmissão dos esforços, distribuindo as tensões por todo o painel, sem o surgimento de fissuras nessa interface.

Espessura das juntas de argamassa de assentamento: uma argamassa com baixo módulo de deformação não conseguirá distribuir corretamente as tensões se não tiver espessura suficiente para que as deformações específicas ao longo da espessura das juntas não sejam elevadas.

Cuidados com a execução das paredes de alvenaria: situações como a utilização de argamassas inadequadas, assentamento dos componentes com material pulverulento prejudicando assim a aderência, a falta de cuidados na cura das paredes, além da qualidade dos serviços, devem ser evitadas.

2.20 RECEBIMENTO DO PROJETO DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

Segundo Thomaz et al (2009) o projeto de levantamento dos painéis em alvenaria deve ser adequado aos projetos de fundações, estruturas, impermeabilizações e outros. Sendo necessários assentamentos flexíveis, estes devem ser previsto ou outros detalhes construtivos havendo sistemas que garantam a funcionalidade do processo.

De modo a atender a funcionalidade, devesse apresentar todos os processos executivos antes do levantamento, memorial descritivo da construção e todos os elementos gráficos necessários, ou seja:

- a) planta da primeira e segunda fiadas, coordenação dimensional com a estrutura; coordenação dimensional com esquadrias.
- b) paginação das paredes, indicando forma e espessura das juntas de assentamento, posições e dimensões dos vãos, instalações, juntas de controle;
- c) detalhes construtivos em geral (ligações com pilares, encontros entre paredes, fixações na estrutura, vergas, contra vergas, cintas de amarração).

Com o recebimento do projeto dos painéis em alvenaria cerâmica, os requisitos citados a cima devem ser atendidos na edificação, abaixo apresenta um check list das etapas dos painéis para execução e levantamento, conforme modelo apresentado no quadro 5 abaixo.

Versão:	Data:	Aprovação:	
OBRA: _____ LOCAL: _____ DEPENDÊNCIA: _____	PROJETISTA: _____ Nº DO PROJETO: _____ Pranchas Nº: _____		
A. Análise formal do projeto	Atendimento		Observações
	SIM	NÃO	
1. Foram apresentadas todas as pranchas necessárias, paginação das paredes, cortes e detalhes construtivos?			
2. Foram apresentados memoriais, especificações e quantificação de todos materiais e equipamentos especiais necessários?			
3. São adequadas as escalas dos desenhos? Todas as posições e cotas dos caixilhos foram representadas?			
4. A referência de nível e as cotas correspondem àquelas dos demais projetos?			
5. Correta numeração, carimbos, assinaturas nas pranchas?			
B. Análise técnica do projeto	Atendimento		Observações
	SIM	NÃO	
1. Projeto adequado do ponto de vista da coordenação dimensional?			
2. Correta locação de paredes em relação a pilares e vigas ?			
3. Projeto compatível com flechas previstas de vigas e lajes?			
4. Coordenação dimensional com vãos estruturais, caixilhos, equipamentos, pisos e forros é satisfatória?			
5. Detalhes de amarração entre as paredes estão corretos?			
6. Seção, transpasse e armação de vergas, contravergas e cintas foram corretamente projetados?			
7. Detalhes de ligação com pilares estão corretos?			
8. Fixações ("encunhamentos") foram corretamente especificados?			
9. Juntas de controle foram corretamente especificadas?			
10. Detalhes do último pavimento (isolação, juntas) são corretos?			
11. Previsto embutimento de impermeabilização nos pés das paredes?			
12. Posição de dutos e pontos compatível com projeto de hidráulica?			
13. Posição de dutos e pontos compatível com projeto de elétrica?			
14. Posição de dutos e pontos compatível com projeto de gás?			
15. Detalhes de fixação de caixilhos estão corretos?			
16. Argamassa de assentamento foi corretamente especificada?			
Data e local:			
_____		_____	
assinatura do responsável pelo recebimento		visto do coordenador de projetos	

Quadro 5: Recebimento do projeto de alvenaria de vedação
Fonte: Thomaz et al, 2009.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÕES DO EMPREENDIMENTO

A obra escolhida para estudo de caso é um residencial e comercial (Apartamento Hotel), localizada no município de Palmas no estado do Tocantins, realizada por uma construtora que possui obras em várias cidades.

A obra em estudo é constituída por estrutura em concreto armado. O empreendimento possui uma área de 1.453,41 m² de terreno, e área total construída de 11.001,10 m² em concreto armado, sendo composto por: 16 pavimentos, sendo 2 pavimentos garagem, o terraço, 2 mezaninos, 1 pavimento tipo adaptado para portadores de necessidades especiais (PNE) e mais 10 pavimentos tipo.

Do 3^o andar ao 13^o andar está os pavimentos tipo, que apresentam duas variações ao longo do edifício. No terceiro andar há uma variação com 7 apartamentos que vão de 33,39 m² a 41,72 m² e mais 2 apartamentos adaptados PNE de 54,16 m². Já do 4^o andar ao 13^o existem 10 apartamentos por andar que vão desde 33,39 m² a 41,72 m².

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Laville e Dionne (1999), existem grandes grupos de categorias de pesquisa que levam em consideração seus objetivos. A presente pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa.

O trabalho compreende o estudo de caso desenvolvido por visitas a um canteiro de obras, realizadas diariamente, tendo uma abordagem qualitativa. Godoy (1995) ressalta a diversidade existente entre os trabalhos qualitativos e enumera um

conjunto de características essenciais capazes de identificar uma pesquisa desse tipo, a saber:

1. O ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental;
2. O caráter descritivo;
3. O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida como preocupação do investigador;
4. Enfoque indutivo.

O presente estudo tem intenção de indagar as etapas construtivas de painéis em alvenaria cerâmica, sobre como é executado na prática e confronta-las com revisões bibliográficas e as normas que são recomendadas para a boa prática do serviço.

A Figura 11 a seguir representa o delineamento da pesquisa com o propósito de explicar de forma detalhada a maneira como o estudo será desenvolvido.

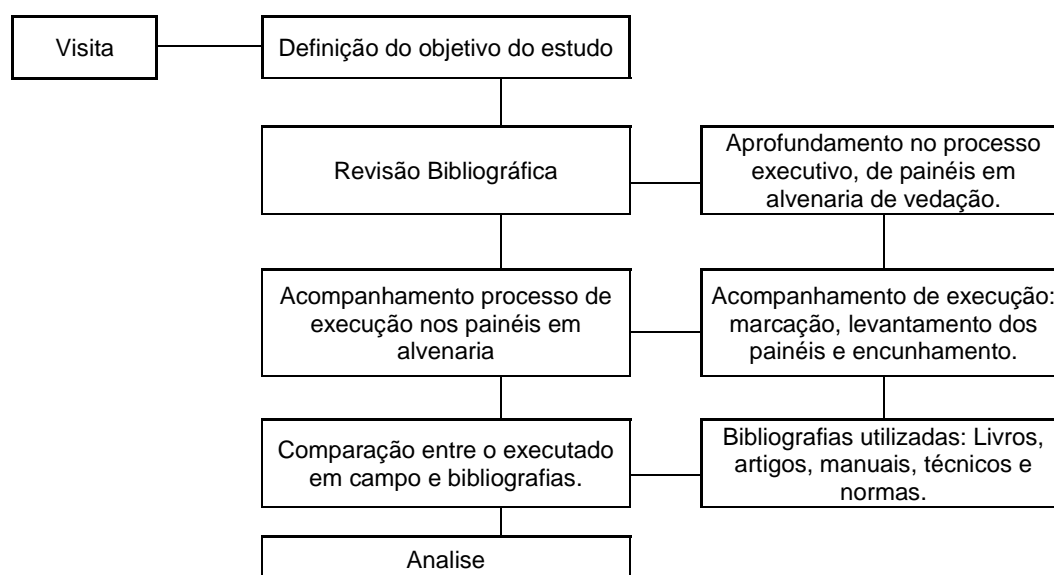


Figura 11: Delineamento da pesquisa.
Fonte: Autor, 2015.

3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

O estudo bibliográfico compõe a primeira etapa da metodologia, que compreende pesquisas através de artigos, livros, normas, sites e revistas especializadas sobre o assunto.

Nesta etapa foi apresentado o conceito e as características da alvenaria de vedação, sua importância e utilização no mercado da construção civil. Dentro desse tópico focou-se no bloco cerâmico como material objeto de estudo.

Além disso, apresentaram-se as boas práticas empregadas na etapa de execução da alvenaria de vedação, com uma abordagem das etapas de seleção de materiais, execução da alvenaria e qualidade.

3.4 SELEÇÃO DAS ETAPAS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Portanto foram analisadas as seguintes etapas: de seleção de materiais, de execução da alvenaria de vedação que contemplam: estocagem de materiais, ferramentas/equipamentos e elevação da alvenaria. Por fim, a etapa de qualidade da obra.

É importante destacar que se estudou o seguinte material: o bloco cerâmico convencional (9x19x19) cm, e materiais constituintes do sistema de levantamento de painéis como: agregado miúdo, cimento e a água, utilizado pela construtora que faz parte do estudo.

Na figura 12 abaixo, segue as etapas de execução da alvenaria de vedação, utilizado para acompanhamento da obra.

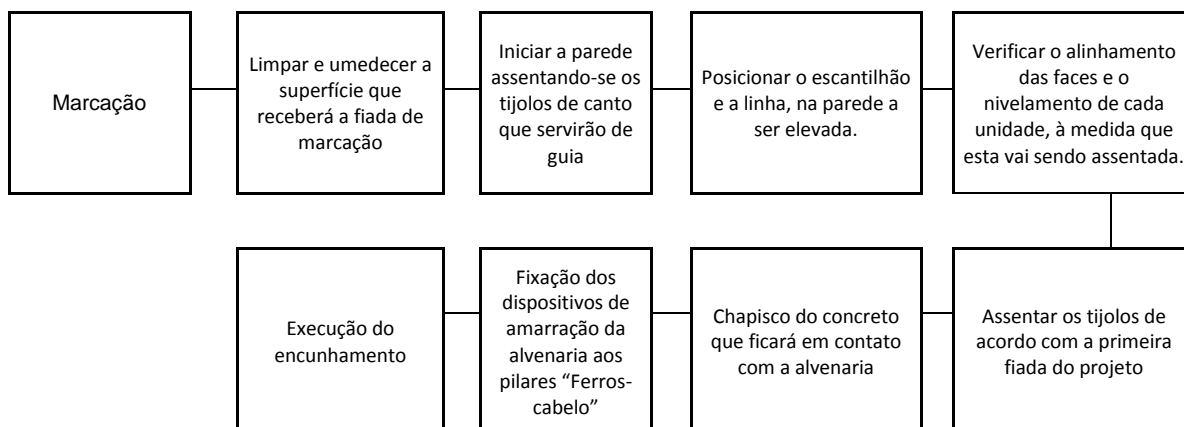


Figura 12: Esquema execução painéis em alvenaria.
Fonte: Autor, 2015.

3.5 MÉTODO PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para descrever as questões qualitativas da execução dos painéis da edificação, são observadas as seguintes etapas: de armazenamento de materiais e de execução da alvenaria. Baseando-se nos estudos de Lordsleem Jr. e Neves (2010), observasse as seguintes etapas:

3.5.1 ETAPA DE PROJETO E SELEÇÃO DE MATERIAIS

Essa etapa compreende os dados referentes aos tipos de bloco cerâmico utilizado, agregado e cimento, suas características e análise visual, verificando-se estes se encontram dentro das normas.

3.5.2 ETAPA DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA

Essa etapa apresenta os dados referentes aos seguintes itens:

3.5.2.1 MATERIAIS NO CANTEIRO DE OBRAS

Verificar as questões referentes às formas de estocagem do bloco cerâmico, agregado e cimento, tipos de transportes utilizados no canteiro de obras, local destinado ao armazenamento dos materiais.

3.5.2.2 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Identificar os tipos de equipamentos e ferramentas que são utilizados na etapa de execução da alvenaria de vedação, tais como: transporte horizontal e vertical, forma de produção da argamassa e equipamentos para o assentamento do bloco cerâmico.

3.5.2.3 ELEVAÇÃO DOS PAINÉIS

Aborda a qualificação para o levantamento e processo de execução. Os itens referentes ao planejamento de execução da alvenaria, local de produção da argamassa, erros cometidos no processo, utilização de comunicação dentro do canteiro de obras.

Por meio da observação direta foi possível verificar passo a passo a atividade observada, registrando anotações, fotografias e análise posterior dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Gomide et al. (2006), a execução das atividades construtivas podem ser definida em linhas gerais como o conjunto de atividades e recursos que garanta o melhor desempenho da edificação para atender às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível.

4.1 ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Os materiais compostos da alvenaria devem permanecer armazenados na obra, cada um dos componentes deve estar identificado durante o armazenamento, no que diz respeito à classe ou graduação.

4.1.1 CIMENTO

O cimento deve ser guardado em pilhas, em local fechado protegido da ação de chuvas ou condensação, sendo designado um responsável por receber, estocar e verificar se não contem unidades rasgadas ou empedradas. Observado que na obra este foi armazenado no pavimento térreo, por algumas vezes coberto com capa de lona, mas em grande maioria exposto as ações do meio ambiente, havendo o excesso de umidade este podendo causar assim o empedramento, não estando apto para o uso sendo observado na figura 13 e 14 abaixo.



Figura 13: Estoque de cimento
Fonte: Autor, 2015.



Figura 14: Armazenamento de cimento.
Fonte: Autor, 2015.

4.1.2 AGREGADO MIÚDO

O agregado deve ficar sobre uma base que permita escoar a água livre, de modo a eliminá-la, sendo a estocagem deveria ser feita em local limpo, sem possibilidade de contaminação por materiais estranhos que possam prejudicar sua qualidade, sendo observado que o local destinado para o armazenamento do agregado não apresentava base que separasse o material do solo, podendo assim causar a contaminação com impurezas e outros materiais. As pilhas deveriam ser cobertas e contidas lateralmente, de forma que a areia não seja arrastada pela água da chuva, observando-se que na figura 15 e 16 o local inadequado destinado ao armazenamento.



Figura 15: Agregado miúdo.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 16: Armazenamento agregado miúdo.
Fonte: Autor, 2015.

4.1.3 **BLOCO CERÂMICO**

O local de armazenamento na figura 17 deveria ser coberto e protegido da chuva, fato este não observado, podendo causar o excesso de umidade, as pilhas ficavam em contato direto com o solo. Ficando próximo ao local de transporte vertical, sendo o elevador (figura 18), o responsável pelo transporte aos pavimentos superiores distribuía os blocos com a utilização das giricas ao local de utilização.



Figura 17: Estocagem de tijolos.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 18: Transporte de bloco cerâmico.
Fonte: Autor, 2015.

4.1.4 CONFECÇÃO DAS VERGAS

Estas sendo confeccionada in loco mediante levantamento dos painéis e necessidade do uso, a utilização de argamassa armada, as medidas já preestabelecidas com as dimensões dos vãos obtidos no projeto, sendo o tamanho do vão mais vinte centímetros de cada lado, assim excedendo a medida da esquadria, sendo utilizado em vãos de portas e janelas, sendo fabricado com caixas de madeira feitas na obra, como na figura 19.



Figura 19: Confeção das vergas.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 20: Vergas para vãos de alvenaria.
Fonte: Autor, 2015.

4.2 EQUIPAMENTO E FERRAMENTAS

Para a execução das alvenarias os equipamentos e ferramentas observados na obra para o assentamento dos blocos foram colher de pedreiro, linha, esticadores de linha, esquadros (figura 22), régua, prumo de face, escantilhões, nível de bolha, nível de mangueira (figura 21), furadeira elétrica, carinho de mão e girica, mas nem sempre estes foram utilizados de maneira correta, muitas das vezes nem sendo utilizados.



Figura 21: Mangueira, para verificação de nível.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 22: Esquadro.
Fonte: Autor, 2015.

4.3 EXECUÇÃO DA ALVENARIA

O procedimento de execução nos painéis em alvenaria cerâmica deve apresentar, segundo NBR 8545, uma sequência de etapas executivas nas suas posições, espessuras, previsão de juntas de amarrações e ligações entre paredes e peças estruturais.

Alguns cuidados adicionais também devem ser tomados antes do assentamento das peças, segundo a norma supracitada, como assentamento em no mínimo 24 horas após impermeabilização em baldrame, limpeza do substrato, uso de escantilhões, molhar os blocos com antecedência e o posicionamento dos furos. Todos esses aspectos podem garantir maior durabilidade das vedações entregues.

4.3.1 POSICIONAMENTO DAS FIADAS

Muito embora houvesse projeto executivo detalhado com posicionamento das fiadas e espessuras, observou-se que a base não estava sendo limpa e umedecida, apresentando também imperfeições na laje de substrato.

As primeiras fiadas, outrora sugeridas pela NBR 8545, deveriam ser iniciadas pelos cantos principais ou por ligações, fazendo uso de escantilhões e réguas que garantissem o esquadro perfeito. Falhas como essas arrolaram uma série de incompatibilidades nos encontros entre paredes, principalmente, e conseqüentemente retrabalho e perda de material. As figuras 23 e 24 ilustram o início da primeira fiada partindo de um canto sem referência e a retirada de algumas alvenarias assentadas fora do esquadro.



Figura 23: Marcação da primeira fiada.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 24: Ajuste em painel inadequado.
Fonte: Autor, 2015.

O levantamento dos painéis iniciasse pelos cantos para apresentar um controle eficiente no nivelamento horizontal, e o escantilhão para nivelamento vertical, este nem sempre foi utilizado da maneira correta, não sendo verificado o seu prumo, deixando os painéis em pequeno ângulo, o nível de mangueira nunca foi utilizado na obra na verificação no nível dos painéis quanto à horizontalidade.



Figura 25: Levantamento de painéis pelos cantos.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 26: Levantamento painéis pela extremidade.
Fonte: Autor, 2015.

4.3.2 JUNTAS DE ASSENTAMENTO

A execução dos painéis de alvenaria pode ser procedida com juntas de amarração ou com juntas a prumo, desde que atenda às diretrizes estabelecidas em norma. A amarração apresenta juntas contínuas na horizontal e descontínua na vertical e de uma maneira geral caracterizaram o sistema construtivo dos painéis da obra em estudo.

A figura 27 a seguir, nos mostra a execução de um painel de alvenaria com juntas a prumo, o que não é condenável, desde que se faça uso de amarrações com armaduras longitudinais a cada 60 cm de altura ao longo da junta argamassada, conforme item 4.1.4 da NBR 8545.

A inobservância de alguns desses conceitos e técnicas podem ocasionar o surgimento de patologias, como fissuras, trincas e a própria instabilidade dos painéis.



Figura 27: Junta a prumo.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 28: Junta de amarração.
Fonte: Autor, 2015.

As juntas de argamassa devem ser de no máximo de 1 cm segundo o item 5.1 da norma NBR 8545 e não conter vazios, sendo observado que na figura 29 e 30 abaixo, o comprimento observado muitas vezes maior que o especificado.



Figura 29: Junta de assentamento irregular.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 30: Altura da junta de assentamento.
Fonte: Autor, 2015.

4.3.3 LIGAÇÕES ENTRE PAINÉIS E PEÇAS ESTRUTURAIS

Outro grave problema identificado na obra foi no encontro de painéis entre painéis de alvenaria e de painéis com estrutura, conforme nos mostram as figuras 31 a seguir.

Algumas ligações apresentaram-se enfraquecidas pelo fato de algumas fiadas terem sido iniciadas de lados opostos em direção aos cantos, o que acaba gerando distanciamento incoerente para fechamento perfeito, deixando um ponto frágil, e propício à movimentação dos painéis, podendo causar trincas e fissuras.



Figura 31: Encontro de painéis.
Fonte: Autor, 2015.

No assentamento dos blocos de tijolos em seção T, observaram-se falhas na execução, as amarrações das paredes deveriam ser feitas alternadamente a cada fiada de cada painel, o que não ocorreu em alguns casos. O que se percebe nas figuras 32 e 33 é a interrupção de um dos painéis antes dos pontos de amarração, o que nos leva a inferir que os mesmos foram levantados de forma independente.



Figura 32: Parede não engastada.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 33: Encontro painéis
Fonte: Autor, 2015.

O item 4.1.5 da NBR 8545 sugere a utilização de vínculos com armadura de aço de 5,0 a 10 mm de diâmetro entre as peças estruturais em os painéis de alvenaria. Essas ligações consistem no esgastamento entre pilares de concreto e as juntas de assentamento dos painéis de alvenaria por meio de barras com comprimento de 60 cm a cada 60 cm de altura. Essas barras, também chamadas de ferro cabelo, contribuem para melhor rigidez do conjunto.

Outra prática que favorece a estabilidade dessas vedações é a aplicação de chapisco nas peças em concreto que ficarão em contato com a alvenaria não observado na figura 34, e de forma quase que generalizada nenhuma dessas especificações foram atendidas pelos executores da obra em estudo.



Figura 34: Não utilização ferro cabelo e chapisco no pilar.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 35: Falta de chapisco em pilares.
Fonte: Autor, 2015.

Alguns panos de alvenaria eram deixados por longo período sem amarrações e executados de uma só vez, o que segundo o item 4.1.7 da NBR 8545 favorece a sua desestabilização. Era comum a queda de painéis por ação do vento em pontos mais altos da edificação, conforme vemos na figura 36 e 37 que segue.



Figura 36: Parede caída.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 37: Queda de painel.
Fonte: Autor, 2015.

Na obra verificou-se que os tijolos apresentavam trincas e deformações. De acordo com Yazigi (1999, pag. 430) “Os blocos não podem apresentar defeitos sistemáticos, tais como: trincas, quebras, superfícies irregulares ou deformações, que impeçam seu emprego na função especificada ” nas figuras 38 e 39, observado que foi utilizado o emprego de materiais defeituosos.



Figura 38: Tijolos defeituosos.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 39: Muitas unidades de tijolos quebrados.
Fonte: Autor, 2015.

Visto que foi executado painéis de alvenaria em dias de chuva, prejudicando o desempenho deste, reduzindo a durabilidade e resistência dos painéis. Na figura 40 é constatada a perda da capacidade de ligação entre os constituintes da argamassa. A figura 41 apresenta o processo de lixiviação, ocorre por ação de águas que dissolvem e carregam os compostos hidratados da pasta de cimento.



Figura 40: Alvenaria executada em das de chuva.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 41: Lixiviação da argamassa.
Fonte: Autor, 2015.

A argamassa em alguns casos não apresentou qualidade na sua confecção, na figura 42 mostra a argamassa com excessiva quantidade de água, não apresentando traço definido, a resistência das paredes pode não atingir o desempenho esperado.

Na figura 43 observou-se que para a utilização da argamassa, que havia sido despejado no pavimento, adicionou-se água refazendo a mistura, reduzindo assim a sua resistência e capacidade de ligação, sendo que a confecção da argamassa deveria ser feita em quantidade compatível com o consumo, ou recomendado que se faça a mistura dos materiais constituintes, e leve-se ao local de utilização, para daí adicionarem a água. Garantindo assim o desempenho da argamassa não seja reduzido.



Figura 42: Argamassa em betoneira.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 43: Falta de traço na argamassa.
Fonte: Autor, 2015.

4.3.4 VÃOS DE ESQUADRIAS

Sobre os vãos abertos em alvenarias a NBR 8545 sugere que sejam assentadas vergas e sob os mesmos contra-vergas. Essa técnica consiste no assentamento de peças geralmente de concreto com dimensões que excedam em 20 cm cada lado do vão e com altura mínima de 10 cm e é utilizada com a finalidade de distribuir os esforços provenientes da fração do painel que fica acima das aberturas.

Observou-se que esse critério, por poucas vezes empregado, não atendia às especificações da norma quanto as suas dimensões e posicionamento no vão. Nas figuras 44 e 45 que seguem percebe-se a utilização de vergas subdimensionadas e com posicionamento descentralizado que não favorece a distribuição dos esforços gerados pelas alvenarias.



Figura 44: Verga errada.

Fonte: Autor, 2015.



Figura 45: Verga executada errado.

Fonte: Autor, 2015.

No caso retratado nas figuras 46 e 47 abaixo algumas contra vergas não foram executadas no tempo adequado, sendo executada após o levantamento dos painéis e com dimensões abaixo do especificado.



Figura 46: Painel sem a contra verga.

Fonte: Autor, 2015.



Figura 47: Contra verga, dimensões baixas.

Fonte: Autor, 2015.

4.3.5 ENCUNHAMENTO

O item 4.1.17 da NBR 8445 especifica que para obras em concreto armado as alvenarias devem ser interrompidas antes do contato com as estruturas, vigas e

lajes, este espaço, devendo ser preenchido 7 dias após a execução. Em caso de obras com mais de um pavimento, como é o caso da obra em estudo, esse fechamento deve ser executado, respeitado os 7 dias, após o levantamento das alvenarias do piso imediatamente superior.

Segundo Henz (2009), esse fechamento também chamado de encunhamento ou cunhamento da última fiada de blocos pode parecer apenas mais um detalhe, mas erros nessa etapa podem ocasionar graves patologias.

O encunhamento executado na obra lançou mão de argamassas flexíveis como material de fechamento e de absorção dos esforços provenientes da acomodação das estruturas.

No entanto as figuras 48 e 49 demonstram as falhas como espaçamento insuficiente entre as alvenarias e vigas, inobservância do tempo mínimo necessário para as deformações iniciais das estruturas, incompatibilidade de altura de paredes com vão e rebaixos de estruturas.



Figura 48: Junta de encunamento.
Fonte: Autor, 2015.



Figura 49: Junta de fechamento.
Fonte: Autor, 2015.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo realizado no canteiro de obras obteve resultado referente às etapas: de seleção de materiais e execução da alvenaria. Pode-se concluir que dentre as características predominantes da construtora pesquisada, o recebimento e estocagem dos materiais não apresentavam controle tecnológico suficiente para garantir a qualidade dos materiais, quanto às exigências mínimas de normas, deixando os materiais expostos ao meio ambiente sendo susceptíveis ao ataque das intempéries.

A construtora em muitas situações procedeu em desacordo com as normas e procedimentos que devem ser realizados, agindo em alguns casos com negligência e imperícia. Ficou evidenciado a falta de procedimento para assegurar a qualidade do dos painéis de alvenaria, no que tange a falta de capacitação dos profissionais e de inspeções técnicas.

Recomenda-se para trabalhos futuros aplicar o estudo a outros processos no canteiro de obras fazendo a comparação com outros trabalhos já realizados: revestimento de paredes com argamassa, revestimento de paredes e piso cerâmico, formas de madeira para estrutura de concreto armado e também realizar o trabalho no processo construtivo da alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. NBR 13530/2005 – Tipos de argamassa segundo as formas de fornecimento e preparo. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15270-1 – componentes cerâmicos; parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 7171/1992 – Bloco cerâmico para alvenaria- Especificação. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 8545 – execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

AZEREDO, Hélio Alves de. O edifício até sua cobertura 2ª edição. Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1997.

ALMEIDA, Cristiana de Carvalho. BARROS, M.M.B. Processo de Produção das alvenarias Racionalizadas. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998.

BORGES, Alberto de Campos. Prática das pequenas construções. Ed. Edgard Blucher, 2009.

COELHO, Clara B.T.. Antecipações gerenciais para a inserção de materiais facilitadores na execução de alvenaria de tijolos cerâmicos: Análise dos relatos de agentes do processo. Universidade Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2009.

ERCIO, T. CVM Filho, FR Cleto, " Código de práticas nº 1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos", S. Paulo: IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de S. Paulo, SP, v. 1, 2009.

FRANCO, L. S. O Desempenho Estrutural e a Deformabilidade das Vedações Verticais. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998.

GODOY, Arilda S., Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades, In Revista de Administração de Empresas, v.35, Mar./Abr. 1995, p. 57-63.

GOMES, Hugo André da Silva. Influencia do não preenchimento das juntas verticais no comportamento mecânico das paredes de alvenaria. Faculdade De Engenharia Da Universidade Do Porto. Porto, 2008.

HENZ, Carla Louise. Análise experimental de compatibilidade das argamassas de revestimento e encunhamento. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

KOMENO, Márcio Hissashi; OLIVEIRA, João Claudio Gf; SPOSTO, Rosa Maria. Comparação entre o sistema de transporte convencional e racionalizado de blocos para alvenaria de vedação no distrito federal. Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Artmed; UFMG, 1999.

LORDSLEEM Jr., A. C. Execução e Inspeção de Alvenaria Racionalizada. 2ª Ed. São Paulo: O nome da Rosa, 2001.

LORDSLEEN JR., A. C. Contribuições ao processo de projeto para a produção das vedações verticais: análise de escopo e interação estrutura-alvenaria. Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2010.

MACIEL, L.L.; BARROS, M.M.S.B. SABBATINI, F.H.. Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998.

MARTINS, J. G. Notas de aula da disciplina de Materiais de Construção II - Alvenarias – Condições Técnicas de Execução. Portugal – Porto: Universidade Fernando Pessoa, 2009.

MEDEIROS, J.S.; FRANCO, L.S. Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem. São Paulo, 1999, 79p.

MILITO, J. Técnicas de construção civil e construção de edifícios. Faculdade de Ciências Tecnológicas da PU. Campinas, 2006.

NASCIMENTO, O. L. Alvenarias. 2. ed. Rio de Janeiro: IBS, 2004.

REIS, Alessandra. SERAFIM, Georgia. Tecnologia das Construções. Colatina. 2010.

RIPPER, Ernesto. Como evitar erros na construção. 2 ed. São Paulo: Pini, 1984. 122 p.

RIPPER, Ernesto. Manual Prático de Materiais de Construção. São Paulo: Pini, 1995.

SABBATINI, F.H. Notas de aula da disciplina de Tecnologia da Construção de Edifícios. São Paulo: EPUSP-PCC, 2003.

SABBATINI, F.H.. Notas de aula – MBA. Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SAHADE, R.F. Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação. Dissertação (Mestre em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SALGADO, J. Técnicas e Práticas Construtivas para Edificações. 1. ed. São Paulo: Érica, 2009.

SILVA, Angelo Just da Costa. Alvenarias. Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2004.

TAGUCHI, Mário Koji. Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações. Curitiba, 2010.

TCPO, Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos, 2010. 13ª Ed. São Paulo: Pini, 2010.

THOMAZ, Erico; FILHO, Claudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. Alvenaria de vedação em bloco cerâmico. São Paulo, 2009.

THOMAZ, Erico; FILHO, Claudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. Código de práticas nº 1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, S. Paulo: IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, v. 1, 2009.

TRAMONTINI, A. P. Avaliação experimental dos métodos de prevenção de fissuras na interface da alvenaria de vedação de pilar de concreto. São Paulo. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2005.

VALLE, Juliana Borges de Senna. Patologia das Alvenarias– Causa/Diagnóstico/Previsibilidade. Belo Horizonte, MG. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

VINCENZO, D.S. Análise de tensões em alvenaria de vedação. 2006.110f. Trabalho (Graduação do Curso de Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

YAZIGI, Walid. A técnica de edificar. Pini/SindusCon-SP, 1999.